

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-123503

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G09F 9/35

(21)Application number : 08-274880

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 17.10.1996

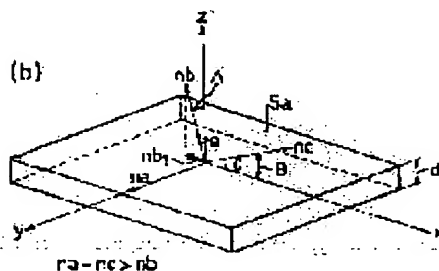
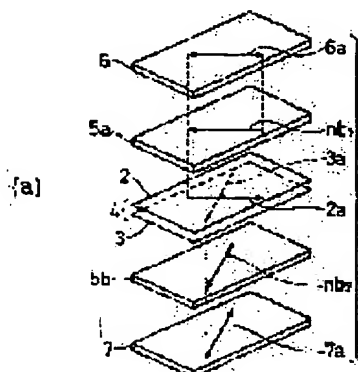
(72)Inventor : YAMAHARA MOTOHIRO  
MIZUSHIMA SHIGEMITSU

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device capable of displaying the picture of high quality by further dissolving phase differences corresponding to visual angles to be caused in a liquid crystal element and improving the lowering of the contrast ratio in the direction opposite to a visual angle, a coloring phenomenon and inversion phenomena in the left and right directions.

**SOLUTION:** This liquid crystal display device 1 is constituted so that at least one sheet of phase difference plates 5a, 5b whose refractive index anisotropies are negative ( $n_a = n_c > n_b$ ) and whose directions of main refractive indexes  $n_b$  are inclined with respect to normals of surfaces and whose main refractive indexes  $n_b$  are inclined in the clockwise direction or the counterclockwise direction around directions of main refractive indexes  $n_a$  or  $n_c$  in the surfaces is interposed between a liquid crystal display element 4 to be constituted by sealing liquid crystal in between one pair of glass substrates 2, 3 and one pair of polarizers 6, 7 to be arranged on both sides of the liquid crystal display device 4. In this case, the retardation of the liquid crystal layer is set in a range which is larger than 300nm and is smaller than 550nm.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## [Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal display component constituted by enclosing a liquid crystal layer between the translucency substrates of a pair with which a transparent electrode layer and the orientation film were formed in the front face which counters, respectively, The polarizer of the pair arranged at the both sides of the above-mentioned liquid crystal display component is included. The three principal indices of refraction  $n_a$  of an index ellipsoid,  $n_b$  and  $n_c$  are the phase contrast plates which have relation called  $n_a = n_c > n_b$ , and one side of the principal indices of refraction  $n_a$  and  $n_c$  is parallel to the front face of a phase contrast plate, and it centers upon the direction of the principal indices of refraction which make the parallel. By making a clockwise rotation or a counterclockwise rotation rotate the principal indices of refraction  $n_b$  to the condition of having inclined from the condition parallel to the direction of a normal of the front face of a phase contrast plate The phase contrast plate with which the above-mentioned index ellipsoid inclined between the above-mentioned liquid crystal display component and the above-mentioned polarizer The liquid crystal display characterized by being the range in which the value of product  $\Delta n \cdot d$  of refractive-index anisotropy  $\Delta n$  of a liquid crystal ingredient and thickness  $d$  of a liquid crystal layer in the above-mentioned liquid crystal layer enclosed with the above-mentioned liquid crystal display component is larger than 300nm, and smaller than 550nm in the liquid crystal display which intervened at least one sheet.

[Claim 2] The liquid crystal display according to claim 1 characterized by the range of the value of  $\Delta n \cdot d$  being 320 to 520nm.

[Claim 3] In the above-mentioned phase contrast plate and polarizer which approached mutually [ in the above-mentioned phase contrast plate and translucency substrate which approached mutually, set up in parallel the inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  projected on this phase contrast plate front face, and the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and ] The liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by

making this at least one phase contrast plate intervene between a liquid crystal display component and a polarizer so that the inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  and the absorption shaft of this polarizer which were projected on the front face of this phase contrast plate may become parallel.

[Claim 4] Make one sheet intervene at a time between a liquid crystal display component and the polarizer of a pair, respectively, and while approached mutually and the above-mentioned phase contrast plate is set to a phase contrast plate and a translucency substrate. In the phase contrast plate and translucency substrate of another side which set the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and the above-mentioned inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  of this phase contrast plate as the reverse sense, and approached mutually The liquid crystal display according to claim 3 characterized by setting the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and the above-mentioned inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  of this phase contrast plate as the same direction.

## [Detailed Description of the Invention]

## [0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the liquid crystal display which improves the viewing-angle dependency of the display screen by combining a phase contrast plate with a liquid crystal display component about a liquid crystal display.

## [0002]

[Description of the Prior Art] Before, the liquid crystal display using a pneumatic liquid crystal display device is widely used for numerical segmental-die liquid crystal displays, such as a clock and a calculator. In recently, it is used as displays including a word processor, a computer, and a navigation system.

[0003] Generally, such a liquid crystal display has the substrate of translucency, and the electrode line etc. is formed in it in order to make a picture element turn on and off on this substrate. For example, in the active-matrix liquid crystal display, active elements, such as a thin film transistor (TFT; Thin Film Transistor), are formed on the above-mentioned substrate as a switching means for carrying out the selection drive of the picture element electrode which impresses an electrical potential difference to a liquid crystal layer. In the liquid crystal display which furthermore performs color display, red and which green and blue color filter layer are prepared on the substrate.

[0004] The liquid crystal display using the above pneumatic liquid crystal display devices takes the structure where the liquid crystal display component constituted by enclosing a liquid crystal layer between the translucency substrates of a pair with which a transparent electrode layer and the orientation film were formed in the front face which counters, respectively, and the polarizing plate (polarizer) of the pair arranged at the both sides of the above-mentioned liquid crystal display component are prepared.

[0005] The liquid crystal of the Twisted Nematic mold is used in the above-mentioned liquid crystal display. Rubbing of the orientation film of the translucency substrate of a pair is carried out in the direction which crosses mutually, and orientation of the liquid crystal molecule is carried out according to this direction of rubbing, and it is spirally twisted as it faces to the substrate of another side through the pars intermedia of a liquid crystal layer from one substrate.

[0006] As means of displaying of the above-mentioned liquid crystal display, the following two liquid crystal display methods are learned according to the twist angle of a pneumatic liquid crystal used.

[0007] (a) Active drive mold Twisted Nematic to which 90-degree torsion orientation of the pneumatic liquid crystal molecule was carried out (Twisted Nematic) Following TN is called -- the multiplexer drive mold super twisted nematic (Super Twisted Nematic) which it could twist [ super twisted nematic ] by making the twist angle of the liquid crystal display (method b) pneumatic liquid crystal molecule into 90 degrees or more, and carried out orientation to them Following STN is called -- it is thought that the (b) multiplexer drive mold STN liquid crystal display method of the liquid crystal display method latter has the leading method which arranges an optical compensating plate in order to perform monochrome display, since characteristic coloring exists. By the above-mentioned method, it is further divided roughly into two kinds of following methods according to an optical compensating plate.

[0008] (b-1) the double super-twisted-nematic (Double Super Twisted Nematic) liquid crystal display method (b-2) film addition mold liquid crystal display method of the bilayer mold using the liquid crystal cell which could twist on the liquid crystal cell for a display, and the twist square of hard flow, and carried out orientation -- if these 2 method is compared, the film addition mold liquid crystal display method of the viewpoint of lightweight nature and low cost to the latter is leading.

[0009] On the other hand, about the former (a)

active drive mold TN liquid crystal display method, two modes of operation can be chosen by whether the polarization direction of a polarizing plate is mutually made perpendicular, or it is mutually made parallel. It is divided roughly into two kinds of following methods by the above-mentioned method by the mode of operation.

[0010] (a-1) the normally white method which arranges the polarization direction of the polarizing plate of a pair in parallel with mutual, arranges the normally black method (a-2) polarization direction which indicates by black in the condition (OFF state) of not impressing an electrical potential difference to a liquid crystal layer so that it may intersect perpendicularly mutually, and displays white by the OFF state -- if these 2 method is compared, the normally white method of the viewpoint of display contrast, color-reproduction nature, and the viewing-angle dependency of a display to the latter is leading.

[0011] By the way, in the above-mentioned TN liquid crystal display method, the contrast of a display image changes with the directions and include angles which a view \*\* person looks at for that refractive-index anisotropy  $\Delta n$  exists in the liquid crystal molecule, and the liquid crystal molecule inclining and carrying out orientation to a vertical substrate, and there is a problem that a viewing-angle dependency becomes large.

[0012] Drawing 7 expresses typically the cross-section structure of TN liquid crystal display component 31. The electrical potential difference of a halftone display is impressed and this condition shows the case where the liquid crystal molecule 32 has started a little. In the above-mentioned case, in this liquid crystal display component 31, the include angles at which a substrate 33, the linearly polarized light 35 which passes through the direction of a normal of 34 front faces, and the linearly polarized lights 36 and 37 passed with an inclination to the direction of a normal cross the liquid crystal molecule 32 differ, respectively. Since refractive-index anisotropy  $\Delta n$  exists in a liquid crystal molecule, if the linearly polarized lights 35, 36, and 37 of each above-mentioned direction pass the liquid crystal molecule 32, forward Tsunemitsu and abnormality light will occur, and it will be changed into elliptically polarized light in connection with such phase contrast, and this serves as a generation source of a viewing-angle dependency.

[0013] Furthermore, inside an actual liquid crystal layer, the liquid crystal molecule 32 is in the condition that tilt angles differ near near the pars intermedia of a substrate 33 and a substrate 34, the substrate 33, or the substrate 34, and 90 degrees of liquid crystal molecules 32 can be

twisted centering on the direction of a normal. The linearly polarized lights 35, 36, and 37 which pass a liquid crystal layer by the above thing will receive various birefringence effectiveness with the direction and include angle, and will show a complicated viewing-angle dependency.

[0014] If a viewing angle is leaned in the direction of a stigmatism angle which is down [ of a screen ] and it specifically goes to it from a screen normal as the above-mentioned viewing-angle dependency, the phenomenon (henceforth a "coloring phenomenon") which a display image colors above a certain include angle, and the phenomenon (henceforth "reversal") which black and white reverse will occur. Moreover, if a viewing angle is leaned in the direction of a reverse-sight angle which is above [ of a screen ] and it goes to it, contrast will fall rapidly.

[0015] Moreover, in the above-mentioned liquid crystal display, there is also a problem that an angle of visibility becomes narrow as the display screen becomes large. If a big liquid crystal display screen is seen from a transverse plane in a near distance, the colors displayed in the upper part and the lower part of a screen for the effect of a viewing-angle dependency may differ. This is because a chance [ of seeing the whole screen ] angle becomes large and becomes the same thing as seeing a liquid crystal display screen from the direction of slanting more.

[0016] In order to improve such a viewing-angle dependency, inserting the phase contrast plate (phase contrast film) as an optical element which has an optical anisotropy between a liquid crystal display component and one polarizing plate is proposed (for example, reference, such as JP,55-000600,A and JP,56-097318,A).

[0017] By passing the phase-contrast plate which made the light changed into elliptically polarized light from the linearly polarized light since the liquid crystal molecule which has a refractive-index anisotropy was passed placed between one side or the both sides of a liquid crystal layer which have a refractive-index anisotropy, this approach compensates phase contrast change of forward Tsunemitsu and abnormality light produced in a viewing angle, reconverts it in the light of the linearly polarized light, and enables an improvement of a viewing-angle dependency. Therefore, by this approach, it is necessary to set up also about a property, not only a phase contrast plate but a liquid crystal layer, i.e., a liquid crystal display component.

[0018] Then, in order to improve a viewing-angle dependency more, the one direction of the principal indices of refraction of an index ellipsoid receives this using an parallel thing to the

direction of a normal of the front face of the above-mentioned phase contrast plate as the above-mentioned phase contrast plate. What takes the configuration which has the value of retardation (retardation)  $\delta n \cdot d$  which is the product of refractive-index anisotropy  $\delta n$  of a liquid crystal ingredient and thickness  $d$  of liquid crystal as a liquid crystal display component in the range of 200 to 500nm is used. The liquid crystal display which makes the above-mentioned phase contrast plate intervene between this liquid crystal display component and polarizing plate is proposed (JP,5-313159,A).

[0019] This approach makes it possible it not only to set up the property of a phase contrast plate and a liquid crystal display component, but to take the configuration set up so that the direction of rubbing of the orientation film which forms a liquid crystal display component, the direction of a lagging axis of a phase contrast plate, and the transparency shaft orientation of a polarizing plate may be parallel, respectively, and to improve a viewing-angle dependency further by this.

[0020] Furthermore, the approach using that toward which the direction of the principal indices of refraction of an index ellipsoid inclines to the direction of a normal of the front face of a phase contrast plate as the above-mentioned phase contrast plate is also proposed (JP,6-75116,A). By this approach, two kinds of things as follows are used as a phase contrast plate.

[0021] The direction of one of the minimum principal indices of refraction is parallel to a front face among the three principal indices of refraction of an index ellipsoid. And one direction of remaining two principal indices of refraction inclines at an angle of  $\theta$  to the front face of a phase contrast plate, the direction of another side inclines at an angle of  $\theta$  similarly to the direction of a normal of a phase contrast plate front face, and the value of this  $\theta$  is the phase contrast plate which is filling  $20 \text{ degrees} \leq \theta \leq 70 \text{ degrees}$ .

[0022] The principal indices of refraction [ in / another does not have a refractive-index anisotropy into the front face of a phase contrast plate, and / the direction of a surface normal of a phase contrast plate ]  $n_b$ , and the principal indices of refraction  $n_a$  parallel to the front face of a phase contrast plate, It is that in which  $n_c$  fills the relation of  $n_a = n_c > n_b$ , namely, has optically uniaxial [ negative ]. The principal indices of refraction  $n_b$  furthermore, by rotating a clockwise rotation or a counterclockwise rotation to the condition of having inclined from the condition parallel to the direction of a normal of the front face of a phase contrast plate centering on the above-mentioned phase contrast plate front face

and one side of the principal indices of refraction  $n_a$  and  $n_c$  which make parallel. It is the phase contrast plate with which the above-mentioned index ellipsoid inclined.

[0023] About two kinds of above-mentioned phase contrast plates, the former can use an optically uniaxial thing and an optically biaxial thing, respectively. moreover, the principal indices of refraction [ in / the latter not only uses one phase contrast plate, but sees these a set of two phase contrast plates, and / the direction of a normal of a phase contrast plate front face ]  $n_b$  -- what was set up so that each above-mentioned inclination direction might make the include angle of 90 degrees mutually can be used.

[0024] in the liquid crystal display constituted by making such at least one or more phase contrast plates intervene between a liquid crystal display component and a polarizing plate, the until improvement of the viewing-angle dependency can be carried out to some extent.

[0025]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, between the liquid crystal display components and polarizers with which the value of retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer shown by above-mentioned JP,5-313159,A was set as the range of 200 to 500nm. By the approach the one direction of the principal indices of refraction of an index ellipsoid makes an parallel phase contrast plate intervene to the surface direction of a normal, although the viewing-angle dependency of the display screen is improvable to a certain specific direction, it cannot improve about an omnidirection but the problem that there is a limitation is produced.

[0026] Furthermore, by the approach using the phase contrast plate shown by above-mentioned JP,6-75116,A, as mentioned above, about the phase contrast plate, a setup of conditions is made so that an index ellipsoid may incline. On the other hand, about the liquid crystal display component, the liquid crystal display component in case the value of retardation  $\delta$  of the liquid crystal display component whose thickness  $d$  of 0.08 and a liquid crystal layer refractive-index anisotropy  $\delta$  of a liquid crystal ingredient is 4.5 micrometers, i.e., a liquid crystal layer, is 360nm as an example is used. However, about the problem of whether this phase contrast plate should be made to intervene between what kind of liquid crystal display components and polarizing plates, reference is not made any more.

[0027] It is necessary to set up by the approach of improving a viewing-angle dependency, also about the property of not only a phase contrast plate but a liquid crystal display component by making a phase contrast plate intervene between a liquid

crystal display component and a polarizing plate. Therefore, in the case of the above-mentioned approach, in order to compensate phase contrast change most effectively, it is not clear whether the above-mentioned phase contrast plate and the liquid crystal display component which has the value of  $\delta$  in what kind of range should be combined. Therefore, about improving the viewing-angle dependency of a liquid crystal display using the above-mentioned phase contrast plate, the problem of being in a still inadequate condition is produced.

[0028] The purpose of this invention is offering the liquid crystal display which intervened the above-mentioned phase contrast plate which can cancel contrast change produced depending on the viewing angle of a display image, reversal, and a coloring phenomenon, and can display the image of high quality in order to solve the problem mentioned above.

[0029]

[Means for Solving the Problem] In order that the liquid crystal display concerning invention of claim 1 may solve the above technical problem The liquid crystal display component constituted by enclosing a liquid crystal layer between the translucency substrates of a pair with which a transparent electrode layer and the orientation film were formed in the front face which counters, respectively, The polarizer of the pair arranged at the both sides of the above-mentioned liquid crystal display component is included. The three principal indices of refraction  $n_a$  of an index ellipsoid,  $n_b$  and  $n_c$  are the phase contrast plates which have relation called  $n_a = n_c > n_b$ , and one side of the principal indices of refraction  $n_a$  and  $n_c$  is parallel to the front face of a phase contrast plate, and it centers upon the direction of the principal indices of refraction which make the parallel. The principal indices of refraction  $n_b$  to the condition of having inclined from the condition parallel to the direction of a normal of the front face of a phase contrast plate A clockwise rotation, Or when at least one sheet intervenes the phase contrast plate with which the above-mentioned index ellipsoid inclined by making it rotate counterclockwise between the above-mentioned liquid crystal display component and the above-mentioned polarizer, The product of refractive-index anisotropy  $\delta$  of the liquid crystal ingredient in the above-mentioned liquid crystal layer enclosed with the above-mentioned liquid crystal display component and thickness  $d$  of a liquid crystal layer, i.e., the value of retardation  $\delta$  of a liquid crystal layer, is characterized by considering as the larger range smaller than 550nm than 300nm.

[0030] According to the above-mentioned

configuration, the liquid crystal layer in which the linearly polarized light has form birefringence is passed. When forward Tsunemitsu and abnormality light occur and it is changed into elliptically polarized light in connection with such phase contrast, If the phase contrast plate which made the minor axis of an index ellipsoid with which the principal indices of refraction  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$  have a relation called  $n_a = n_c > n_b$ , and contain the principal indices of refraction  $n_b$  incline to the direction of a normal of the front face of a phase contrast plate is made to intervene between a liquid crystal layer and a polarizer Phase contrast change with forward Tsunemitsu and abnormality light which are produced according to a viewing angle is compensated with a phase contrast plate. However, when the value of retardation  $\delta$  of a liquid crystal layer is 300nm or less or 550nm or more, the fall of reversal or a contrast ratio occurs depending on the viewing-angle direction. Then, since the phase contrast corresponding to the viewing angle produced for a liquid crystal display component by setting retardation  $\delta$  of a liquid crystal layer as the larger range smaller than 550nm than 300nm is cancelable, in a liquid crystal display image, contrast change produced depending on a viewing angle, the reversal of a longitudinal direction, and a coloring phenomenon are improvable.

[0031] Furthermore, if the value of retardation  $\delta$  of a liquid crystal layer [ in / like / the above-mentioned liquid crystal display component ] according to claim 2 is set as the range of 320 to 520nm, since the phase contrast corresponding to the viewing angle produced for a liquid crystal display component can be canceled more effectively, the contrast change in a liquid crystal display image, the reversal of a longitudinal direction, and a coloring phenomenon are certainly improvable.

[0032] Moreover, it sets like the liquid crystal display concerning invention of claim 3 to the above-mentioned phase contrast plate and translucency substrate which approached mutually in addition to the configuration of claims 1 or 2. In the above-mentioned phase contrast plate and polarizer which approached mutually [ set up in parallel the inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  projected on this phase contrast plate front face, and the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and ] If it sets up so that the inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  and the absorption shaft of this polarizer which were projected on the front face of this phase contrast plate may become parallel, and this at least one phase contrast plate is made to intervene

between a liquid crystal display component and a polarizer, various kinds of phenomena accompanying dependence of a viewing angle are further improvable.

[0033] Furthermore, like claim 4 publication, the above-mentioned liquid crystal display makes the one above-mentioned phase contrast plate intervene at a time between a liquid crystal display component and the polarizer of a pair, respectively, and while approached mutually and it is set to a phase contrast plate and a translucency substrate. In the phase contrast plate and translucency substrate of another side which set the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and the above-mentioned inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  of this phase contrast plate as the reverse sense, and approached mutually If the direction of rubbing by the side of this translucency substrate and the above-mentioned inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  of this phase contrast plate are set as the same direction Various kinds of phenomena accompanying dependence of a viewing angle can be improved most effectively. furthermore, the above-mentioned phase contrast plate and the above-mentioned polarizing plate of a pair which are countered and arranged focusing on a liquid crystal display component -- each front flesh side -- since the same thing can be stuck to the above-mentioned liquid crystal display component on the same conditions, a production process can be facilitated and it can be made low cost.

[0034]

[Embodiment of the Invention] It will be as follows if the gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 3 : Drawing 1 (a) is the decomposition perspective view showing the configuration of the liquid crystal display 1 concerning this invention. The above-mentioned liquid crystal display 1 has phase contrast plate 5a arranged at the one side of the liquid crystal display component 4 which comes to enclose the liquid crystal layer which consists of a pneumatic liquid crystal etc. among the glass substrates 2 and 3 of a pair, and this liquid crystal display component 4 and phase contrast plate 5b arranged at the other side, and the polarizing plates 6 and 7 of the pair which sandwiches this liquid crystal display component 4 and these phase contrast plates 5a and 5b. However, as for the phase contrast plates 5a and 5b, at least one side should just be arranged.

[0035] the liquid crystal molecule of a liquid crystal layer with which direction of rubbing 2a by the side of the glass substrate 2 which constitutes the liquid crystal display component 4, and



direction of rubbing 3a by the side of a glass substrate 3 intervene -- about 90 degrees -- it is processed so that torsion orientation may be carried out, and it may intersect perpendicularly mutually.

[0036] Moreover, it is arranged so that absorption shaft 6a of a polarizing plate 6 and absorption shaft 7a of a polarizing plate 7 may also intersect perpendicularly mutually. Therefore, if an electrical potential difference is not impressed to the liquid crystal display component 4, the liquid crystal display 1 is constituted so that it may become the so-called normally white means of displaying which penetrates light and performs a white display.

[0037] If the phase contrast plates 5a or 5b approach either between a polarizing plate 6 and a polarizing plate 7 as mentioned above and intervene at least one sheet, the phase compensation of them will become possible. two or more phase contrast plates 5a and 5b intervene between a polarizing plate 6 or a polarizing plate 7, and the liquid crystal display component 4 -- having -- \*\*\*\* -- further -- between each of the liquid crystal display component 4 and polarizing plates 6 and 7 -- the phase contrast plates 5a or 5b -- two or more sheets each -- two or more sheets may intervene.

[0038] Drawing 1 (b) is the perspective view showing phase contrast plate 5a concerning this invention. In addition, about phase contrast plate 5b, since it is the same configuration as phase contrast plate 5a, explanation is omitted. If the three principal indices of refraction  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$  of an index ellipsoid define the rectangular coordinate system  $xyz$  which has the relation from which it serves as negative, the relation, i.e., refractive-index anisotropy, of  $n_a = n_c > n_b$ , and makes the front face of phase contrast plate 5a a  $x-y$  flat surface, as for phase contrast plate 5a, they incline at the include angle  $\theta$  in the direction which the direction of the principal indices of refraction  $n_b$  shows by the arrow head A in a  $x-y$  flat surface to the direction  $z$ -axis of a normal of the front face of phase contrast plate 5a. It inclines at the include angle  $\theta$  in the direction which shows the direction of the principal indices of refraction  $n_c$  by the arrow head B in a  $x-y$  flat surface to the direction of a  $x$  axis parallel to a front face similarly. The inclination of the above-mentioned principal indices of refraction  $n_b$  is the arrow head  $nb1$  on a  $x$  axis if it projects on the front face of phase contrast plate 5a. It becomes a direction. The inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  turns into the direction of an arrow head  $nb2$  (shown in drawing 1 (a)) about the case of phase contrast plate 5b similarly.

[0039] Therefore, if phase contrast plate 5a makes a clockwise rotation the sense shown by arrow heads A and B to the direction of the principal indices of refraction  $n_a$  It centers upon the direction of the principal indices of refraction  $n_a$  parallel to the front face of phase contrast plate 5a (the  $y$ -axis shows). At the same time it makes a clockwise rotation do include-angle  $\theta$  rotation of the principal indices of refraction  $n_b$  from a condition parallel to the direction  $z$ -axis of a normal It is parallel to the front face of phase contrast plate 5a, and a clockwise rotation is made to do include-angle  $\theta$  rotation of the principal indices of refraction  $n_c$  from a condition parallel to the perpendicular direction of a  $x$  axis to the  $y$ -axis, and it is constituted so that it may be in the condition that the index ellipsoid which the principal indices of refraction  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$  make as a result inclined.

[0040] After the principal indices of refraction  $n_c$  consider as a condition parallel to a  $x$  axis, the inclination of the above-mentioned index ellipsoid not only centers upon the direction of the principal indices of refraction  $n_a$ , but may be an inclination of the condition centering on the direction of the principal indices of refraction  $n_c$ .

[0041] Moreover, when it centers upon the direction of the principal indices of refraction  $n_a$ , the principal indices of refraction  $n_b$  and  $n_c$  may incline in the direction not only of a clockwise rotation but a counterclockwise rotation. Even when it centers upon the direction of the principal indices of refraction  $n_c$ , the principal indices of refraction  $n_a$  and  $n_b$  may incline not only in a clockwise rotation but in a counterclockwise rotation like the above. As a result, the index ellipsoid as the whole phase contrast plate 5a should just incline in the clockwise rotation or the counterclockwise rotation centering on one of the directions of the principal indices of refraction parallel to the surface  $x$  axis or the surface ( $x-y$  flat surface)  $y$ -axis of phase contrast plate 5a.

[0042] Furthermore, if  $\theta$  is within the limits of 15 degrees  $\leq \theta \leq 75$  degrees whenever [ include-angle / toward which the above-mentioned principal indices of refraction  $n_b$  incline /  $\theta$  i.e., tilt angle of above-mentioned index ellipsoid, ], the effectiveness which the phase contrast plate of this invention shows [ the direction of the inclination of the above-mentioned index ellipsoid ] irrespective of a clockwise rotation or a counterclockwise rotation will be guaranteed.

[0043] The above-mentioned phase contrast plates 5a and 5b apply discotheque liquid crystal to transparent base materials (for example, triacetyl cellulose (TAC) etc.), hybrid orientation can be carried out and discotheque liquid crystal can be



realized by inclination orientation or constructing a bridge.

[0044] As a base material of the above-mentioned phase contrast plates 5a and 5b, generally, the triacetyl cellulose (TAC) used well has acquired high dependability to the polarizing plate, and is suitable for it. Other than this, the transparent and colorless organic high polymer film excellent in the resistance to environment and chemical resistance of a polycarbonate (PC), polyethylene terephthalate (PET), etc. is suitable then.

[0045] The inclination direction nb1 of the principal indices of refraction nb projected on the front face of these phase contrast plates 5a and 5b in the phase contrast plates 5a and 5b as shown in drawing 1 (a), and nb2 It is desirable to be set up in parallel with the above-mentioned rubbing directions 2a and 3a of the liquid crystal display component 4 preferably [ being set up in parallel with the absorption shafts 6a and 7a of polarizing plates 6 and 7 ].

[0046] furthermore, phase contrast plate 5a -- setting -- the above-mentioned inclination direction nb1 of the principal indices of refraction nb of this phase contrast plate 5a Are a direction parallel [ to absorption shaft 6a of a polarizing plate 6 ] and contrary to direction of rubbing 2a by the side of the glass substrate 2 which adjoined phase contrast plate 5a, and it sets to coincidence at phase contrast plate 5b. The above-mentioned inclination direction nb2 of the principal indices of refraction nb of this phase contrast plate 5b It is parallel to absorption shaft 7a of a polarizing plate 7, and it is desirable that it is the same direction as direction of rubbing 3a by the side of the glass substrate 3 close to phase contrast plate 5b.

[0047] Drawing 2 is the decomposition sectional view showing the configuration of a liquid crystal display 1. A liquid crystal display 1 arranges the phase contrast plates 5a and 5b on both sides of the liquid crystal display component 4, and takes the configuration further inserted with the polarizing plates 6 and 7 of a pair. With the above-mentioned configuration, both phase contrast plates 5a and 5b need to intervene, and you may be only one sheet of the phase contrast plates 5a or 5b. Moreover, with the above-mentioned configuration, two or more phase contrast plates 5a and 5b may intervene, respectively.

[0048] To the front face of the glass substrates 2 and 3 of a pair, further, the liquid crystal display component 4 forms the transparent electrode layers 8 and 9 which consist of ITO (indium stannic acid ghost) etc., and the orientation film 10 and 11 which consists of polyimide, polyvinyl alcohol, etc. on it, and is constituted by enclosing the liquid crystal layer 13 which consists of a

pneumatic liquid crystal etc. by the closure member 12 which consists of resin among the glass substrates 2 and 3 of this pair.

[0049] the liquid crystal molecule with which each front face of the orientation film 10 and 11 was enclosed -- about 90 degrees -- rubbing processing is performed beforehand and the direction of rubbing of direction of rubbing 2a of above-mentioned drawing 1 (a) and the orientation film 11 corresponds [ the direction of rubbing of the orientation film 10 ] to direction of rubbing 3a of above-mentioned drawing 1 (a) so that torsion orientation may be carried out.

[0050] Although drawing 3 is the typical top view of the liquid crystal display component 4, it lies at right angles mutually, direction of rubbing 2a has the inclination of 45 degrees in the direction of a reverse-sight angle from the right of a screen, and, as for the above-mentioned direction of rubbing 2a, and direction of rubbing 3a, direction of rubbing 3a has the inclination of 45 degrees in the direction of a stigmatism angle from the right of a screen.

[0051] By taking the above configurations, the liquid crystal display of this invention can cancel contrast change produced depending on the viewing angle of a display image, a coloring phenomenon, and reversal, and can display the image of high quality.

[0052]

[Example] It will be as follows if the result of having measured the concrete example and its viewing-angle dependency of the above-mentioned liquid crystal display 1 by this invention is explained based on drawing 4 thru/or drawing 6. In addition, this invention is not limited by this.

[0053] First, the measuring method of the viewing-angle dependency of the above-mentioned liquid crystal display 1 is explained. Drawing 4 is the outline perspective view showing the system of measurement of the viewing-angle dependency of a liquid crystal display 1. First, the field 26 where the liquid crystal display component 4 which constitutes a liquid crystal display 1, and a polarizing plate 6 contact is set as datum-level X-Y of a rectangular coordinate system XYZ. In addition, in this Fig., it omitted about the phase contrast plates 5a and 5b.

[0054] Next, to the direction 27 of a normal of a field 26, it is the direction 28 of an include angle psi, and the photo detector 71 which has a fixed solid light-receiving angle in the location of predetermined distance from origin of coordinates is arranged, and incidence of the homogeneous light with a wavelength of 550nm is carried out from a polarizing plate 7 side. In addition, the output of a photo detector 71 is amplified by level predetermined with an amplifier 72, and is

recorded by the record means 73, such as wave memory and a recorder. The measurement directions are the three directions of above (the direction of a reverse-sight angle), the right, and the left.

[0055] In the liquid crystal display 1 of drawing 2, what set the value of retardation  $\delta$  of the pneumatic liquid crystal ingredient used for the liquid crystal layer 13 as 320nm, 420nm, and 520nm as a liquid crystal display component 4, respectively was used for this example.

[0056] Moreover, discotheque liquid crystal is applied to transparent base materials (for example, triacetyl cellulose (TAC) etc.) as phase contrast plates 5a and 5b. Carry out hybrid orientation of the discotheque liquid crystal, and a bridge is constructed. As shown in drawing 1 (b), as the whole phase contrast plate Difference and phase contrast plate 5a of the principal indices of refraction  $n_c$  and the principal indices of refraction  $n_b$ , Thickness  $d$  of 5b Product  $(n_c - n_a) \times d$  The 1st retardation value to mean is 0nm. The difference of the principal indices of refraction  $n_c$  and the principal indices of refraction  $n_b$ , and thickness  $d$  of the phase contrast plates 5a and 5b Product  $(n_c - n_b) \times d$  The 2nd retardation value to mean is 100nm. Furthermore, it leans so that the direction of the principal indices of refraction  $n_b$  may become about 20 degrees in the direction shown by the arrow head A to the direction of a normal of the front face of the phase contrast plates 5a or 5b. The  $\theta = 20$ -degree thing was used whenever [ what / is making the include angle of about 20 degrees in the direction which the direction of the principal indices of refraction  $n_c$  shows by the arrow head B to a front face similarly /, i.e., tilt angle of index ellipsoid in phase contrast plates 5a / 5b and 5b, ].

[0057] When it installs in the system of measurement which shows such a liquid crystal display 1 to drawing 4 and a photo detector 71 is fixed at the fixed include angle  $\psi$ , the output level of the photo detector 71 to the applied voltage to the liquid crystal display component 4 is measured, and it is shown in drawing 5 by making the result into a permeability-liquid crystal applied-voltage property.

[0058] When the include angle of a photo detector 71 is set as  $\psi = 50$  degrees, drawing 5 (a), (b), and (c) It is the result of performing measurement from above [ of drawing 3 ], the right, and the left, respectively. The curve L3 the curves L2, L5, and L8 the curves L1, L4, and L7 shown with an alternate long and short dash line indicate retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer 13 to be as 320nm and a continuous line indicate retardation  $\delta$  to be with 420nm and a broken line, L6, and L9 set up retardation

$\delta$  with 520nm.

[0059] The same liquid crystal display component 4 as an example and the phase contrast plates 5a and 5b were used except having set the value of retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer 13 of the liquid crystal display component 4 in the liquid crystal display 1 shown in drawing 2 as 300nm and 550nm as an example of a comparison over an example, respectively.

[0060] The above-mentioned liquid crystal display 1 was installed in the system of measurement of drawing 4, and the output level of the photo detector 71 to the applied voltage to the liquid crystal display component 4 when a photo detector 71 is fixed at the fixed include angle  $\psi$  by the same approach as an example 1 was measured. It is shown in drawing 6 by making the result into a permeability-liquid crystal applied-voltage property.

[0061] Drawing 6 (a), (b), and (c) are the results of performing measurement from above [ of drawing 3 ], the right, and the left, respectively, when the include angle of a photo detector 71 is set as  $\psi = 50$  degrees, and the curves L11, L13, and L15 the curves L10, L12, and L14 shown as a continuous line indicate retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer 13 to be with 300nm and a broken line set retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer 13 as 550nm.

[0062] About each above-mentioned liquid crystal display 1, when an above (the direction of a reverse-sight angle) permeability-liquid crystal applied-voltage property was compared, when L1, L2, and L3 impressed the electrical potential difference, it was checked by drawing 5 (a) that permeability falls enough. On the other hand, in drawing 6 (a), even if L11 impresses an electrical potential difference as compared with L1, L2, and L3 of drawing 5 (a), permeability has not fully fallen. Moreover, when L10 impressed the electrical potential difference, once permeability fell, the reversal which goes up again was checked.

[0063] Next, about each above-mentioned liquid crystal display 1, when a rightward permeability-liquid crystal applied-voltage property was compared, when L4, L5, and L6 impressed the electrical potential difference, by drawing 5 R> 5 (b), falling until permeability becomes about about zero was checked. Moreover, although it fell until permeability became about about zero like drawing 5 (b) when, as for L12, drawing 6 (b) also impressed the electrical potential difference, the above-mentioned reversal was checked about L13.

[0064] Although it fell altogether about each above-mentioned liquid crystal display 1 until permeability became about about zero when L14 of L7, L8, L9, and drawing 6 (c) of drawing 5 (c)

impressed the electrical potential difference in the case of the left as well as the right, reversal was checked only for L15 of drawing 6 (c).

[0065] Moreover, it inspected visually under the white light, respectively about the liquid crystal display 1 using the liquid crystal display component 4 which set the value of retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer 13 as 300nm, 320nm, 420nm, 520nm, and 550nm.

[0066] Even when a viewing angle was pushed down about what set the value of retardation  $\delta$  of the above-mentioned liquid crystal layer 13 as 320nm, 420nm, and 520nm, coloring was not checked but was good image quality.

[0067] however, the time of the electrical potential difference ON when a viewing angle is pushed down about what set the value of retardation  $\delta$  of the above-mentioned liquid crystal layer 13 as 300nm -- setting -- red coloring -- moreover, about what set the value of retardation  $\delta$  of the above-mentioned liquid crystal layer 13 as 550nm, when a viewing angle was pushed down, orange coloring was checked from yellow at the time of an electrical potential difference OFF.

[0068] as mentioned above, when the value of retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer 13 shown by drawing 5 (a), (b), and (c) is set to 320nm, 420nm, and 520nm in the example, and the electrical potential difference is impressed, it turns out that an angle of visibility expands permeability, and the display grace of the liquid crystal display 1 without a coloring phenomenon is boiling it markedly, and is improving since it falls enough and reversal is not seen, either.

[0069] To it, in the example of a comparison shown by drawing 6 (a), (b), and (c), when the value of retardation  $\delta$  of the liquid crystal layer 13 is set to 300nm or less or 550nm or more, it turns out that a viewing-angle dependency does not fully improve.

[0070] Moreover, the result same also about what carried out inclination orientation of the discotheque liquid crystal to the transparent base material as phase contrast plates 5a and 5b as the above was obtained. Furthermore, when the include angle  $\theta$  toward which the index ellipsoid of the above-mentioned phase contrast plates 5a and 5b inclines was within the limits of 15 degrees  $\leq \theta \leq 75$  degrees, regardless of the condition of the orientation of the discotheque liquid crystal in the phase contrast plates 5a and 5b, the permeability-liquid crystal applied-voltage property of the above-mentioned liquid crystal display 1 did not change fundamentally.

[0071] as mentioned above, in order to improve the viewing-angle dependency of a liquid crystal display and to raise the grace In the liquid crystal

display which intervened at least one phase contrast plate between the liquid crystal display component and the polarizer The three principal indices of refraction  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$  of an index ellipsoid are the phase contrast plates which have relation called  $n_a = n_c > n_b$ , and one side of the principal indices of refraction  $n_a$  and  $n_c$  is parallel to the front face of a phase contrast plate, and it centers upon the direction of the principal indices of refraction which make the parallel. By making a clockwise rotation or a counterclockwise rotation rotate the principal indices of refraction  $n_b$  to the condition of having inclined from the condition parallel to the direction of a normal of the front face of a phase contrast plate When the phase contrast plate with which the above-mentioned index ellipsoid inclined is used, things are understood [ that what is necessary is just to be within limits with it ] still more preferably that what is necessary is just within the limits of 320 to 520nm. [ the value of retardation  $\delta$  of a liquid crystal layer larger than 300nm, and ] [ smaller than 550nm ]

[0072]

[Effect of the Invention] The liquid crystal display concerning invention of claim 1 as mentioned above between a liquid crystal display component and a polarizer The three principal indices of refraction  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$  of an index ellipsoid are the phase contrast plates which have relation called  $n_a = n_c > n_b$ , and one side of the principal indices of refraction  $n_a$  and  $n_c$  is parallel to the front face of a phase contrast plate, and it centers upon the direction of the principal indices of refraction which make the parallel. By making a clockwise rotation or a counterclockwise rotation rotate the principal indices of refraction  $n_b$  to the condition of having inclined from the condition parallel to the direction of a normal of the front face of a phase contrast plate At least one phase contrast plate with which the above-mentioned index ellipsoid inclined is arranged. It is the configuration of carrying out the value of product retardation  $\delta$  of refractive-index anisotropy  $\delta$  of a liquid crystal ingredient, and thickness  $d$  of a liquid crystal layer in the liquid crystal layer enclosed with the liquid crystal display component within larger limits smaller than 550nm than 300nm.

[0073] The liquid crystal display which can compensate more certainly phase contrast change of a liquid crystal display component, and contains such a phase contrast plate and a liquid crystal display component by this can prevent the fall of the contrast ratio of reversal or the direction of a reverse-sight angle, and a coloring phenomenon.

[0074] so, since the contrast ratio in monochrome display is not influenced by a view \*\* person's

viewing-angle direction, the above-mentioned configuration does the effectiveness that the quality of the display image of a liquid crystal display is markedly alike, and improves.

[0075] The liquid crystal display concerning invention of claim 2 is a configuration which has the value of  $\Delta n \cdot d$  in the range of 320 to 520nm in the configuration of claim 1.

[0076] Thereby, the phase contrast over the viewing angle produced for a liquid crystal display component can be canceled more certainly.

[0077] In the phase contrast plate and translucency substrate with which the liquid crystal display concerning invention of claim 3 approached mutually in addition to the configuration of claims 1 or 2 In the phase contrast plate and polarizer which approached mutually [ set up in parallel the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and the inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  projected on this phase contrast plate front face, and ] It is the configuration of having made this at least one phase contrast plate intervening between a liquid crystal display component and a polarizer so that the inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  and the absorption shaft of this polarizer which were projected on the front face of this phase contrast plate may become parallel.

[0078] Furthermore, the liquid crystal display concerning invention of claim 4 In addition to the configuration of claim 3, make one sheet intervene at a time between a liquid crystal display component and the polarizer of a pair, respectively, and while approached mutually and the above-mentioned phase contrast plate is set to a phase contrast plate and a translucency substrate. It is the configuration of having set the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and the above-mentioned inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  of this phase contrast plate as the reverse sense, and having set the direction of rubbing by the side of this translucency substrate, and the above-mentioned inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  of this phase contrast plate as the same direction in the phase contrast plate and translucency substrate of another side which approached mutually.

[0079] By these, the phase contrast corresponding to the viewing angle produced for a liquid crystal display component can be canceled, and the fall of the contrast ratio of the direction of a reverse-sight angle in a liquid crystal display component, the reversal of a longitudinal direction, and a coloring phenomenon are improved more.

[0080] so, the above-mentioned configuration does the effectiveness that the contrast ratio in

monochrome display improves further, and the display grace of a liquid crystal display is markedly alike, and improves.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The decomposition perspective view showing the configuration of the liquid crystal display whose (a) is one gestalt of operation of this invention, and (b) are the explanatory views showing the orientation relation of the principal indices of refraction of a phase contrast plate.

[Drawing 2] It is the decomposition sectional view of the liquid crystal display shown in drawing 1.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the orientation relation of the direction of rubbing of the orientation film and the direction of a stigmatism angle in a liquid crystal display component.

[Drawing 4] It is the outline perspective view showing the system of measurement of the viewing-angle dependency of a liquid crystal display.

[Drawing 5] (a), (b), and (c) are graphs which show the permeability-liquid crystal applied-voltage property of the liquid crystal display in an example.

[Drawing 6] (a), (b), and (c) are graphs which show the permeability-liquid crystal applied-voltage property of the liquid crystal display in the example of a comparison.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram showing the torsion orientation of the liquid crystal molecule in TN liquid crystal display component.

[Description of Notations]

1 Liquid Crystal Display

2-3 Glass substrate

2a and 3a The direction of rubbing of a glass substrate

4 Liquid Crystal Display Component

5a and 5b Phase contrast plate

6-7 Polarizing plate (polarizer)

6a and 7a Absorption shaft of a polarizing plate

8-9 Transparent electrode layer (ITO)

10-11 Orientation film

13 Liquid Crystal Layer

$n_a$ - $n_b$ - $n_c$  The principal indices of refraction of a phase contrast plate

$n_{b1}$  and  $n_{b2}$  The inclination direction of the principal indices of refraction  $n_b$  of a phase contrast plate

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-123503

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) IntCl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1335

5 1 0

G 0 2 F 1/1335

5 1 0

G 0 9 F 9/35

G 0 9 F 9/35

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-274880

(22) 出願日 平成 8 年(1996)10月17日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 山原 基裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 水嶋 繁光

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

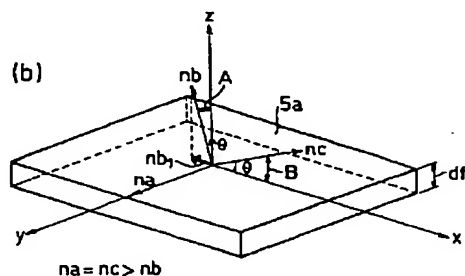
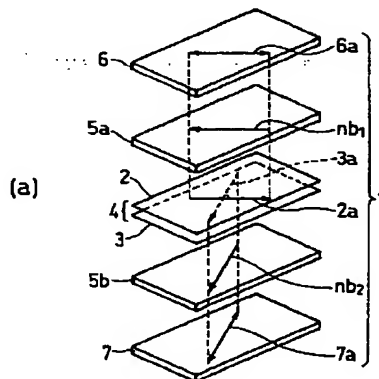
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消し、反視角方向のコントラスト比の低下、着色現象、左右方向の反転現象をより改善することによって、高品質の画像を表示できる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 一对のガラス基板 2・3 の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子 4 と、液晶表示素子 4 の両側に配置される一对の偏光子 6・7 との間に、屈折率異方性が負 ( $n_a = n_c > n_b$ ) であり、主屈折率  $n_b$  の方向が表面の法線方向に対して傾斜しており、表面内の主屈折率  $n_a$  または  $n_c$  の方向を軸として、主屈折率  $n_b$  が時計まわり、または反時計まわりに傾斜している位相差板 5 a、5 b を少なくとも 1 枚介在させた液晶表示装置 1 において、上記液晶層のリタデーションを 300 nm より大きく 550 nm より小さい範囲に設定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、

上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子とを含み、

屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有する位相差板であって、主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率 $n_b$ を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記の屈折率楕円体が傾斜した位相差板を上記液晶表示素子と上記偏光子との間に、少なくとも1枚介在した液晶表示装置において、

上記液晶表示素子に封入された上記液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n \cdot d$ の値が300nmより大きく550nmより小さい範囲であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 $\Delta n \cdot d$ の値が320nmから520nmの範囲であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】互いに近接した上記位相差板と透光性基板とにおいて、該位相差板表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と、該透光性基板側のラビング方向とを平行に設定し、かつ互いに近接した上記位相差板と偏光子とにおいて、該位相差板の表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と該偏光子の吸収軸とが平行となるように、該位相差板を液晶表示素子と偏光子との間に少なくとも1枚介在させたことを特徴とする請求項1または2記載の液晶表示装置。

【請求項4】上記位相差板を液晶表示素子と一対の偏光子との間にそれぞれ一枚ずつ介在させ、互いに近接した一方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを逆向きに設定し、互いに近接した他方の位相差板と透光性基板において、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを同じ向きに設定したことを特徴とする請求項3に記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に関し、特に、液晶表示素子に位相差板を組み合わせることにより表示画面の視角依存性を改善する液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、ネマティック液晶表示素子を用いた液晶表示装置は、時計や電卓など数値セグメント型液晶表示装置に広く用いられている。最近において

は、ワードプロセッサ、コンピュータ及びナビゲーションシステムをはじめとするディスプレイとして用いられるようになっている。

【0003】一般に、このような液晶表示装置は透光性の基板を有しており、この基板上に、絵素をオン・オフさせるために電極線などが形成されている。例えば、アクティブマトリクス液晶表示装置においては、液晶層に電圧を印加する絵素電極を選択駆動するためのスイッチング手段として、薄膜トランジスタ(TFT; Thin Film Transistor)などの能動素子が上記の基板上に形成されている。さらにカラー表示を行う液晶表示装置では、基板上に赤色、緑色、青色などのカラーフィルタ層が設けられている。

【0004】上記のようなネマティック液晶表示素子を用いた液晶表示装置は、対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光板(偏光子)とが設けてある構造をとる。

【0005】上記の液晶表示装置ではツイステッドネマティック型の液晶が用いられる。一対の透光性基板の配向膜は互いに交叉する方向にラビングされており、液晶分子はこのラビング方向にしたがって配向し、一方の基板から液晶層の中間部を通して他方の基板に向かうにつれてらせん状にツイストしていく。

【0006】上記液晶表示装置の表示方式としては、用いられるネマティック液晶のツイスト角に応じて、以下の2つの液晶表示方式が知られている。

【0007】(a)ネマティック液晶分子を90°ねじれ配向させたアクティブ駆動型ツイステッドネマティック(Twisted Nematic、以下TNと称する)液晶表示方式

(b)ネマティック液晶分子のツイスト角を90°以上にしてねじれ配向させたマルチプレックス駆動型スーパーツイステッドネマティック(Super Twisted Nematic、以下STNと称する)液晶表示方式

後者の(b)マルチプレックス駆動型STN液晶表示装置方式は、特有の着色が存在するため、白黒表示を行うには、光学的補償板を配置する方式が有力であると考えられている。上記方式では、光学的補償板に応じて、さらに以下の2種類の方式に大別される。

【0008】(b-1)表示用液晶セルと逆方向のツイスト角でねじれ配向させた液晶セルを用いた二層型のダブルスーパーツイステッドネマティック(Double Super Twisted Nematic)液晶表示方式

(b-2)フィルム付加型液晶表示方式

これら2方式を比較すると、軽量性、低コストの観点から、後者のフィルム付加型液晶表示方式が有力である。

【0009】一方、前者の(a)アクティブ駆動型TN液晶表示方式については、偏光板の偏光方向を互いに垂

10

20

30

40

50



直にするか、または、互いに平行にするかによって、二つの動作モードを選択できる。上記方式では動作モードによって、以下の2種類の方式に大別される。

【0010】(a-1) 一对の偏光板の偏光方向を相互に平行に配置して、液晶層に電圧を印加しない状態(オフ状態)で黒表示をするノーマリブラック方式

(a-2) 偏光方向を相互に直交するように配置して、オフ状態で白色を表示するノーマリホワイト方式  
これら2方式を比較すると、表示コントラスト、色再現性、表示の視角依存性の観点から後者のノーマリホワイト方式が有力である。

【0011】ところで、上記のTN液晶表示方式においては、液晶分子に屈折率異方性 $\Delta n$ が存在していること、および、液晶分子が上下基板に対して傾斜して配向していることのために、観視者の見る方向や角度によって表示画像のコントラストが変化して、視角依存性が大きくなるという問題がある。

【0012】図7は、TN液晶表示素子31の断面構造を模式的に表したものである。この状態は中間調表示の電圧が印加され、液晶分子32がやや立ち上がっている場合を示している。上記の場合、この液晶表示素子31において、基板33、34表面の法線方向を通過する直線偏光35、および法線方向に対して傾きを持って通過する直線偏光36、37は、液晶分子32と交わる角度がそれぞれ異なっている。液晶分子には屈折率異方性 $\Delta n$ が存在するため、上記の各方向の直線偏光35、36、37が液晶分子32を通過すると正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換されることになり、これが視角依存性の発生源となる。

【0013】さらに、実際の液晶層の内部では、液晶分子32は、基板33と基板34との中間部付近と基板33または基板34の近傍とはチルト角が異なり、また法線方向を軸として液晶分子32が90°ねじれている状態にある。以上のことにより液晶層を通過する直線偏光35、36、37は、その方向や角度によりさまざまな複屈折効果を受け、複雑な視角依存性を示すことになる。

【0014】上記の視角依存性として、具体的には、画面法線方向から画面の下方向である正視角方向に視角を傾けて行くと、ある角度以上で表示画像が着色する現象(以下、「着色現象」という)や、白黒が反転する現象(以下、「反転現象」という)が発生する。また、画面の上方向である反視角方向に視角を傾けて行くと、急激にコントラストが低下する。

【0015】また、上記の液晶表示装置では、表示画面が大きくなるにつれて、視野角がせまくなるという問題もある。大きな液晶表示画面を近い距離で正面方向から見ると、視角依存性の影響のため画面の上部と下部とで表示された色が異なる場合がある。これは画面全体を見る見込み角が大きくなり、液晶表示画面をより斜めの方

向から見るのと同じことになるからである。

【0016】このような視角依存性を改善するために、光学異方性を有する光学素子としての位相差板(位相差フィルム)を液晶表示素子と一方の偏光板との間に挿入することが提案されている(例えば、特開昭55-000600号公報、特開昭56-097318号公報等参照)。

【0017】この方法は、屈折率異方性を有する液晶分子を通過したために直線偏光から楕円偏光へ変換された光を、屈折率異方性を有する液晶層の片側または両側に介在させた位相差板を通過させることによって、視角に生ずる正常光と異常光の位相差変化を補償して直線偏光の光に再変換し、視角依存性の改善を可能にするものである。したがって、この方法では、位相差板だけでなく液晶層すなわち液晶表示素子の特性についても設定を行うことが必要となる。

【0018】そこで、より視角依存性を改善するために、上記の位相差板として屈折率楕円体の1つの主屈折率方向が上記位相差板の表面の法線方向に対して平行なものをを用い、これに対して、液晶表示素子として液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶の厚さ $d$ との積であるリタデーション(retardation) $\Delta n \cdot d$ の値が200nmから500nmの範囲にある構成をとるものをを用い、この液晶表示素子と偏光板との間に上記の位相差板を介在させる液晶表示装置が提案されている(特開平5-313159号公報)。

【0019】この方法は、位相差板および液晶表示素子の特性を設定するだけでなく、液晶表示素子を形成する配向膜のラビング方向、位相差板の遅相軸方向、および偏光板の透過軸の方向がそれぞれ平行になるよう設定する構成をとり、これによって視角依存性をさらに改善することを可能としている。

【0020】さらに、上記の位相差板として屈折率楕円体の主屈折率方向が位相差板の表面の法線方向に対して傾斜しているものをを用いる方法も提案されている(特開平6-75116号公報)。この方法では、位相差板として次の2種類のものをを用いている。

【0021】一つは、屈折率楕円体の3つの主屈折率のうち、最小の主屈折率の方向が表面に対して平行であり、かつ残り2つの主屈折率の一方の方向が位相差板の表面に対して $\theta$ の角度で傾斜し、他方の方向も位相差板表面の法線方向に対して同様に $\theta$ の角度で傾斜しており、この $\theta$ の値が $20^\circ \leq \theta \leq 70^\circ$ を満たしている位相差板である。

【0022】もう一つは、位相差板の表面内に屈折率異方性がなく、位相差板の表面法線方向における主屈折率 $n_b$ と位相差板の表面に平行な主屈折率 $n_a$ 、 $n_c$ が、 $n_a = n_c > n_b$ の関係を満たす、すなわち、負の一軸性を有しているもので、さらに、上記の位相差板表面と平行をなす主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方を軸として、

主屈折率 $n_b$ を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記屈折率楕円体が傾斜した位相差板である。

【0023】上記の2種類の位相差板について、前者はそれぞれ一軸性のものと二軸性のものを用いることができる。また、後者は位相差板を1枚のみ用いるだけでなく、該位相差板を二枚組み合わせ、位相差板表面の法線方向における主屈折率 $n_b$ 各々の上記傾斜方向が互いに90°の角度をなすように設定したものをを用いることができる。

【0024】このような位相差板を液晶表示素子と偏光板との間に少なくとも1枚以上介在させることによって構成される液晶表示装置では、視角依存性のある程度まで改善することができる。

#### 【0025】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の特開平5-313159号公報で示された、液晶層のリタレーション $\Delta n \cdot d$ の値が200nmから500nmの範囲に設定された液晶表示素子と偏光子の間に、屈折率楕円体の1つの主屈折率方向が表面の法線方向に対して平行な位相差板を介在させる方法では、ある特定の方向に対して表示画面の視角依存性を改善することはできるが、全方位について改善することはできず限界があるという問題を生じている。

【0026】さらに、上記の特開平6-75116号公報で示された位相差板を用いる方法では、上述のように位相差板については、屈折率楕円体が傾斜するように条件の設定がなされている。これに対し、液晶表示素子については、実施例として、液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.08、液晶層の厚さ $d$ が4.5 $\mu m$ の液晶表示素子、すなわち、液晶層のリタレーション $\Delta n \cdot d$ の値が360nmの場合の液晶表示素子を用いている。しかし、どのような液晶表示素子と偏光板との間に該位相差板を介在させればよいのかという問題に関しては、これ以上言及されていない。

【0027】位相差板を液晶表示素子と偏光板との間に介在させることにより視角依存性を改善する方法では、位相差板だけでなく液晶表示素子の特性についても設定する必要がある。したがって、上記の方法の場合、位相差変化の補償を最も効果的に行うために上記の位相差板と、 $\Delta n \cdot d$ の値がどのような範囲にある液晶表示素子とを組み合わせればよいのかは明らかではない。そのため、上記位相差板を用いて液晶表示装置の視角依存性を改善することについては、未だ不十分な状態であるという問題を生じている。

【0028】本発明の目的は、上述した問題を解決するため、表示画像の視角に依存して生ずるコントラスト変化、反転現象、着色現象を解消し高品質の画像を表示することができる上記位相差板を介在した液晶表示装置を

提供することである。

#### 【0029】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る液晶表示装置は、以上の課題を解決するために、対向する表面に透明電極層および配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子とを含み、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有する位相差板であって、主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率 $n_b$ を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより上記屈折率楕円体が傾斜した位相差板を上記液晶表示素子と上記偏光子の間に少なくとも1枚介在した場合、上記液晶表示素子に封入された上記液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ の積、すなわち、液晶層のリタレーション $\Delta n \cdot d$ の値が300nmより大きく550nmより小さい範囲とすることを特徴としている。

【0030】上記の構成によれば、直線偏光が複屈折性を有する液晶層を通過して、正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換される場合、主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ という関係にあり、主屈折率 $n_b$ を含む屈折率楕円体の短軸を位相差板の表面の法線方向に対し傾斜させた位相差板を液晶層と偏光子との間に介在させれば、視角に応じて生ずる正常光と異常光との位相差変化が位相差板によって補償される。しかし、液晶層のリタレーション $\Delta n \cdot d$ の値が300nm以下または550nm以上の場合、視角方向によっては反転現象やコントラスト比の低下が発生する。そこで、液晶層のリタレーション $\Delta n \cdot d$ を300nmより大きく550nmより小さい範囲に設定することにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができるため、液晶表示画像において、視角に依存して生じるコントラスト変化、左右方向の反転現象、着色現象を改善することができる。

【0031】さらに、請求項2に記載のように、上記液晶表示素子における液晶層のリタレーション $\Delta n \cdot d$ の値を320nmから520nmの範囲に設定すると、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差をより効果的に解消することができるため、液晶表示画像におけるコントラスト変化、左右方向の反転現象、着色現象を確実に改善することができる。

【0032】また、請求項3の発明に係る液晶表示装置のように、請求項1または2の構成に加えて、互いに近接した上記位相差板と透光性基板とにおいて、該位相差板表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と該透光性基板側のラビング方向とを平行に設定し、かつ互いに接近

した上記位相差板と偏光子とにおいて、該位相差板の表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と該偏光子の吸収軸とが平行となるように設定し、該位相差板を液晶表示素子と偏光子との間に少なくとも1枚介在させると、視角の依存にともなう各種の現象をさらに改善することができる。

【0033】さらに、上記の液晶表示装置は、請求項4記載のように、上記位相差板を液晶表示素子と一対の偏光子との間にそれぞれ1枚ずつ介在させ、互いに近接した一方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを逆向きに設定し、互いに近接した他方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを同じ向きに設定すると、視角の依存にともなう各種の現象を最も効果的に改善することができ、さらに、液晶表示素子を中心に対向して配置される一対の上記位相差板と上記偏光板とを、表裏それぞれ同一のものを同一の条件で上記液晶表示素子に対して張り付けることができるため、製造工程を簡便化して低コストにすることができる。

#### 【0034】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図1ないし図3に基づいて説明すれば、以下の通りである。図1(a)は本発明に係る液晶表示装置1の構成を示す分解斜視図である。上記液晶表示装置1は、一対のガラス基板2、3の間に、ネマティック液晶などからなる液晶層を封入してなる液晶表示素子4と、該液晶表示素子4の一方側に配置される位相差板5a、および他方側に配置される位相差板5bと、該液晶表示素子4及び該位相差板5aおよび5bをはさむ一対の偏光板6、7とを有している。ただし、位相差板5a、5bは少なくとも一方が配置されていればよい。

【0035】液晶表示素子4を構成するガラス基板2側のラビング方向2aとガラス基板3側のラビング方向3aとは、介在する液晶層の液晶分子が約 $90^\circ$ のねじれ配向するように、互いに直交するよう処理されている。

【0036】また、偏光板6の吸収軸6aと偏光板7の吸収軸7aも互いに直交するように配置されている。したがって、液晶表示素子4に電圧を印加しなければ、液晶表示装置1は光を透過して白色表示を行う、いわゆるノーマリホワイト表示方式となるように構成されている。

【0037】位相差板5aまたは5bは、上述のように偏光板6と偏光板7との間のいずれかに近接して少なくとも1枚介在していれば位相補償が可能となり、偏光板6または偏光板7と液晶表示素子4との間に位相差板5aおよび5bが2枚以上介在されていても構わず、さらに液晶表示素子4と偏光板6、7とのそれぞれの間に位相差板5aまたは5bが各2枚以上の複数枚介在されて

いても構わない。

【0038】図1(b)は、本発明に係る位相差板5aを示す斜視図である。なお、位相差板5bについては、位相差板5aと同一の構成なので説明を省略する。位相差板5aは、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ の関係、すなわち、屈折率異方性が負となる関係にあり、位相差板5aの表面を $x-y$ 平面とする直交座標系 $xyz$ を定義すると、主屈折率 $n_b$ の方向が位相差板5aの表面の法線方向 $z$ 軸に対して $x-y$ 平面内で矢印Aで示す方向に角度 $\theta$ で傾斜している。同様に主屈折率 $n_c$ の方向も表面に平行な $x$ 軸方向に対して $x-y$ 平面内で矢印Bで示す方向に角度 $\theta$ で傾斜している。上記主屈折率 $n_b$ の傾斜は位相差板5aの表面に投影すると $x$ 軸上における矢印 $n_{b1}$ の方向となる。同様に位相差板5bの場合についても主屈折率 $n_b$ の傾斜方向は矢印 $n_{b2}$ (図1(a)に示す)の方向となる。

【0039】したがって、位相差板5aは、矢印A、Bで示す向きを主屈折率 $n_a$ の方向に対して時計まわりとすれば、位相差板5aの表面に平行である主屈折率 $n_a$ の方向( $y$ 軸で示す)を軸として、主屈折率 $n_b$ を法線方向 $z$ 軸に平行な状態から時計まわりに角度 $\theta$ 回転させると同時に、主屈折率 $n_c$ を位相差板5aの表面に平行で $y$ 軸に対して垂直な $x$ 軸方向に平行な状態から時計まわりに角度 $\theta$ 回転させることになり、結果として主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が作る屈折率楕円体が傾斜した状態となるように構成されている。

【0040】上記の屈折率楕円体の傾斜は、主屈折率 $n_a$ の方向を軸とするだけでなく、主屈折率 $n_c$ が $x$ 軸に平行な状態とした上で、主屈折率 $n_c$ の方向を軸とした状態の傾斜であってもよい。

【0041】また、主屈折率 $n_a$ の方向を軸とした場合、主屈折率 $n_b$ および $n_c$ は、時計まわりだけでなく反時計まわりの方向に傾斜してもよい。主屈折率 $n_c$ の方向を軸とした場合でも上記と同様に、主屈折率 $n_a$ および $n_b$ は、時計まわりだけでなく反時計まわりに傾斜してもよい。結果的に、位相差板5a全体としての屈折率楕円体が、位相差板5aの表面( $x-y$ 平面)の $x$ 軸または $y$ 軸に平行な主屈折率方向の一つを軸として、時計まわりまたは反時計まわりに傾斜していればよい。

【0042】さらに、上記の主屈折率 $n_b$ が傾斜している角度 $\theta$ 、即ち、上記の屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta$ が、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内にあれば、上記屈折率楕円体の傾斜の方向が時計まわりまたは反時計まわりに係わらず本発明の位相差板が示す効果は保証される。

【0043】上記位相差板5a、5bは、透明な支持体(例えば、トリアセチルセルロース(TAC)等)にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶を傾斜配向やハイブリッド配向させ、架橋することで実現することができる。

【0044】上記位相差板5a、5bの支持体としては、一般に偏光板によく用いられるトリアセチルセルローズ（TAC）が高い信頼性を得ており適している。それ以外では、ポリカーボネート（PC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）などの耐環境性や耐薬品性に優れた無色透明の有機高分子フィルムが適している。

【0045】位相差板5a、5bにおいて、図1（a）に示すように、該位相差板5a、5bの表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向 $n_{b1}$ 、 $n_{b2}$ は、偏光板6、7の吸収軸6a、7aと平行に設定されることが好ましく、また、液晶表示素子4の上記ラビング方向2a、3aと平行に設定されることが好ましい。

【0046】さらに、位相差板5aにおいて、該位相差板5aの主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向 $n_{b1}$ は、偏光板6の吸収軸6aと平行であり、かつ位相差板5aに隣接したガラス基板2側のラビング方向2aと逆の方向であり、同時に位相差板5bにおいて、該位相差板5bの主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向 $n_{b2}$ が偏光板7の吸収軸7aと平行であり、かつ位相差板5bに近接したガラス基板3側のラビング方向3aと同じ方向であることが好ましい。

【0047】図2は、液晶表示装置1の構成を示す分解断面図である。液晶表示装置1は、液晶表示素子4の両側に位相差板5aおよび5bを配置し、さらに一對の偏光板6、7によってはさまれている構成をとる。上記構成では、位相差板5aと5bの両方が介在されている必要はなく、位相差板5aまたは5bの1枚のみであってもよい。また、上記構成では、位相差板5aおよび5bがそれぞれ2枚以上介在されていてもよい。

【0048】液晶表示素子4は、一對のガラス基板2、3の表面に対して、ITO（インジウム錫酸化物）などからなる透明電極層8、9、さらにその上にポリイミド、ポリビニルアルコールなどからなる配向膜10、11を形成し、この一對のガラス基板2、3の間に、樹脂からなる封止部材12でネマティック液晶などからなる液晶層13を封入することによって構成される。

【0049】配向膜10、11の各表面は、封入された液晶分子が約90°のねじれ配向するように、あらかじめラビング処理が施されており、配向膜10のラビング方向が上記図1（a）のラビング方向2a、配向膜11のラビング方向が上記図1（a）のラビング方向3aに対応する。

【0050】図3は液晶表示素子4の模式的な平面図であるが、上記ラビング方向2aとラビング方向3aとは互いに直交しており、ラビング方向2aは画面の右方向から反視角方向に45°の傾きを持ち、ラビング方向3aは画面の右方向から正視角方向に45°の傾きを持っている。

【0051】本発明の液晶表示装置は、以上のような構成をとることによって表示画像の視角に依存して生ずる

コントラスト変化、着色現象、反転現象を解消し、高品質の画像を表示することができる。

【0052】

【実施例】本発明による上記液晶表示装置1の具体的実施例とその視角依存性を測定した結果について図4ないし図6に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、これによって、本発明が限定されるものではない。

【0053】最初に、上記液晶表示装置1の視角依存性の測定方法について説明する。図4は液晶表示装置1の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。まず、液晶表示装置1を構成する液晶表示素子4と偏光板6とが接触する面26を直交座標系XYZの基準面X-Yに設定する。なお、本図では、位相差板5a、5bについては省略した。

【0054】次に、面26の法線方向27に対して角度 $\phi$ の方向28であって、座標原点から所定距離の位置に、一定の立体受光角を有する受光素子71を配置して、偏光板7側から波長550nmの単色光を入射する。なお、受光素子71の出力は増幅器72で所定のレベルに増幅され、波形メモリやレコーダなどの記録手段73によって記録される。測定方向は、上方向（反視角方向）、右方向、左方向の3方向である。

【0055】本実施例は、図2の液晶表示装置1において、液晶表示素子4として、液晶層13に用いたネマティック液晶材料のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値をそれぞれ、320nm、420nm、520nmに設定したものをを用いた。

【0056】また、位相差板5a、5bとして、透明な支持体（例えば、トリアセチルセルローズ（TAC）等）にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶をハイブリッド配向させて架橋したものであって、図1（b）に示すように位相差板全体として主屈折率 $n_c$ と主屈折率 $n_b$ との差および位相差板5a、5bの厚さ $d_f$ との積 $(n_c - n_a) \times d_f$ を意味する第1のリタデーション値が0nmであって、主屈折率 $n_c$ と主屈折率 $n_b$ との差および位相差板5a、5bの厚さ $d_f$ との積 $(n_c - n_b) \times d_f$ を意味する第2のリタデーション値が100nmであり、さらに、主屈折率 $n_b$ の方向が位相差板5aまたは5bの表面の法線方向に対して矢印Aで示す方向に約20°となるように傾いており、同様に主屈折率 $n_c$ の方向が表面に対して矢印Bで示す方向に約20°の角度をなしているもの、即ち、位相差板5a、5bにおける屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta = 20^\circ$ のものをを用いた。

【0057】このような液晶表示装置1を図4に示す測定系に設置して、受光素子71が一定の角度 $\phi$ で固定された場合に液晶表示素子4への印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定し、その結果を透過率-液晶印加電圧特性として図5に示す。

【0058】図5（a）（b）（c）は、受光素子71

の角度を $\phi = 50^\circ$ に設定したときに、それぞれ図3の上方向、右方向、左方向からの測定を行った結果であり、一点鎖線で示す曲線L1、L4、L7は液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ を320nm、実線で示す曲線L2、L5、L8はリタデーション $\Delta n \cdot d$ を420nm、破線で示す曲線L3、L6、L9はリタデーション $\Delta n \cdot d$ を520nmと設定したものである。

【0059】実施例に対する比較例として、図2に示す液晶表示装置1における液晶表示素子4の液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値をそれぞれ、300nm、550nmに設定した以外は実施例と同様の液晶表示素子4及び位相差板5a、5bを用いた。

【0060】上記の液晶表示装置1を図4の測定系に設置して、実施例1と同様の方法で受光素子71が一定の角度 $\phi$ で固定された場合の液晶表示素子4への印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定した。その結果を透過率-液晶印加電圧特性として図6に示す。

【0061】図6(a)(b)(c)は、受光素子71の角度を $\phi = 50^\circ$ に設定したときに、それぞれ図3の上方向、右方向、左方向からの測定を行った結果であり、実線で示す曲線L10、L12、L14は液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ を300nm、破線で示す曲線L11、L13、L15は液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ を550nmに設定したものである。

【0062】上記の各液晶表示装置1について、上方向(反視角方向)の透過率-液晶印加電圧特性を比較した場合、図5(a)では、L1、L2、L3とも電圧を印加していくと透過率が十分下がる事が確認された。これに対して図6(a)では、L11は、図5(a)のL1、L2、L3と比較して、電圧を印加しても十分に透過率が下がっていない。また、L10は、電圧を印加していくと透過率は一度低下してから再び上昇する反転現象が確認された。

【0063】次に、上記の各液晶表示装置1について、右方向の透過率-液晶印加電圧特性を比較した場合、図5(b)では、L4、L5、L6とも電圧を印加していくと透過率はほぼ0近くになるまで低下していることが確認された。また図6(b)でもL12は電圧を印加していくと、図5(b)と同様に透過率がほぼ0近くになるまで低下するが、L13については上記の反転現象が確認された。

【0064】上記の各液晶表示装置1について、左方向の場合でも右方向同様に、図5(c)のL7、L8、L9および図6(c)のL14は電圧を印加していくと、すべて透過率はほぼ0近くになるまで低下するが、図6(c)のL15のみ、反転現象が確認された。

【0065】また、液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を、300nm、320nm、420nm、520nm、550nmに設定した液晶表示素子4を用いた液晶表示装置1について、それぞれ白色光のもとで目視

確認を行った。

【0066】上記液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を、320nm、420nm、520nmに設定したのものについては、視角を倒した場合でも着色は確認されず良好な画質であった。

【0067】ところが、上記液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を300nmに設定したものについては、視角を倒した場合に電圧ONの時ににおいて赤色の着色が、また、上記液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を550nmに設定したものについては、視角を倒した場合に電圧OFFの時ににおいて黄色からだいだい色の着色が確認された。

【0068】上述のように、実施例では、図5(a)(b)(c)で示した液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を、320nm、420nm、520nmとした場合には、電圧を印加していくと透過率は十分低下し反転現象も見られないため、視野角が拡大し、着色現象のない液晶表示装置1の表示品位が格段に向上していることがわかる。

【0069】それに対して、図6(a)(b)(c)で示した比較例では、液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を300nm以下、または550nm以上とした場合は視角依存性は十分に改善されないことがわかる。

【0070】また、位相差板5a、5bとして、透明な支持体にディスコティック液晶を傾斜配向させたものについても上記と同様の結果が得られた。さらに、上記位相差板5a、5bの屈折率楕円体の傾斜する角度 $\theta$ は、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内であれば、位相差板5a、5bにおけるディスコティック液晶の配向の状態に関係なく、上記液晶表示装置1の透過率-液晶印加電圧特性は基本的に変化しなかった。

【0071】以上より、液晶表示装置の視角依存性を改善し、その品位を向上させるためには、液晶表示素子と偏光子との間に、位相差板を少なくとも1枚介在した液晶表示装置において、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有する位相差板であって、主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率 $n_b$ を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記の屈折率楕円体が傾斜した位相差板を用いた場合に、液晶層のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値が300nmより大きく550nmより小さい範囲内にあれば良く、さらに好ましくは、320nmから520nmの範囲内であればよいことがわかる。

【0072】

【発明の効果】請求項1の発明に係る液晶表示装置は、以上のように、液晶表示素子と偏光子との間に、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c$

$n_b$ という関係を有する位相差板であって、主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率 $n_b$ を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記の屈折率楕円体が傾斜した位相差板を少なくとも1枚配置し、液晶表示素子に封入された液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ の積リタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を300nmより大きく550nmより小さい範囲内にするという構成である。

【0073】これにより、液晶表示素子の位相差変化をより確実に補償することができ、このような位相差板と液晶表示素子を含む液晶表示装置は、反転現象や反視角方向のコントラスト比の低下、着色現象を防止することができる。

【0074】それゆえ、上記構成は、白黒表示におけるコントラスト比が観視者の視角方向によって影響されないため、液晶表示装置の表示画像の品質が格段に向上するという効果を奏する。

【0075】請求項2の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、 $\Delta n \cdot d$ の値が320nmから520nmの範囲にある構成である。

【0076】これにより、液晶表示素子に生じる視角に対する位相差をより確実に解消することができる。

【0077】請求項3の発明に係る液晶表示装置は、請求項1または2の構成に加えて、互いに近接した位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と、該位相差板表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向とを平行に設定し、かつ互いに近接した位相差板と偏光子とにおいて、該位相差板の表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と該偏光子の吸収軸とが平行となるように、該位相差板を液晶表示素子と偏光子との間に少なくとも1枚介在させた構成である。

【0078】さらに、請求項4の発明に係る液晶表示装置は、請求項3の構成に加えて、上記位相差板を液晶表示素子と一対の偏光子との間にそれぞれ一枚ずつ介在させ、互いに近接した一方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主

屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを逆向きに設定し、互いに近接した他方の位相差板と透光性基板において、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを同じ向きに設定した構成である。

【0079】これらにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができ、液晶表示素子における反視角方向のコントラスト比の低下、左右方向の反転現象、着色現象がより改善される。

【0080】それゆえ、上記構成は、白黒表示におけるコントラスト比がさらに向上し、液晶表示装置の表示品位が格段に向上するという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明の実施の一形態である液晶表示装置の構成を示す分解斜視図、(b)は、位相差板の主屈折率の配向関係を示す説明図である。

【図2】図1に示す液晶表示装置の分解断面図である。

【図3】液晶表示素子における配向膜のラビング方向と正視角方向との配向関係を示す説明図である。

【図4】液晶表示装置の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。

【図5】(a) (b) (c)は実施例における液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図6】(a) (b) (c)は比較例における液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフである。

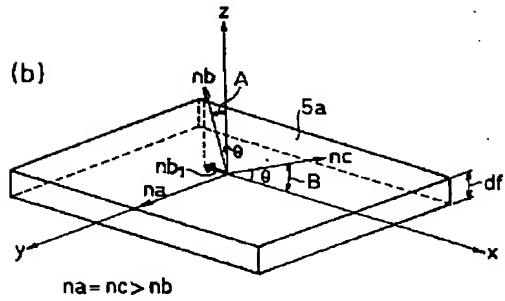
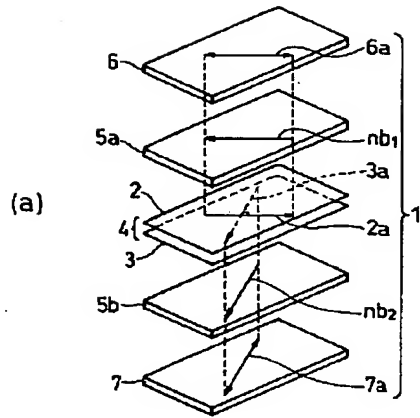
【図7】TN液晶表示素子における液晶分子のねじれ配向を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

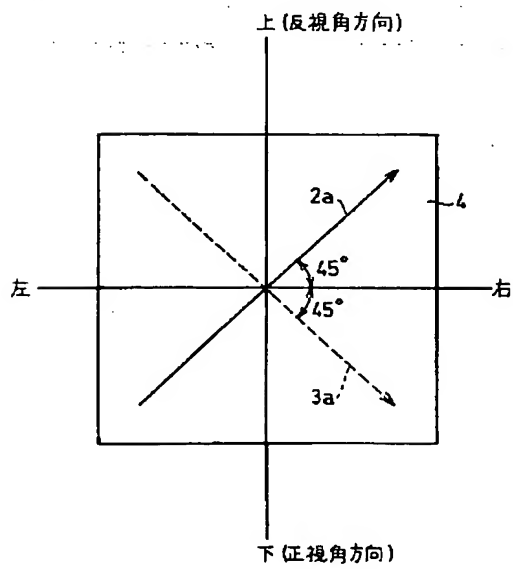
1	液晶表示装置
2・3	ガラス基板
2a・3a	ガラス基板のラビング方向
4	液晶表示素子
5a・5b	位相差板
6・7	偏光板(偏光子)
6a・7a	偏光板の吸収軸
8・9	透明電極層(ITO)
10・11	配向膜
13	液晶層
$n_a \cdot n_b \cdot n_c$	位相差板の主屈折率
$n_{b1} \cdot n_{b2}$	位相差板の主屈折率 $n_b$ の傾斜方向



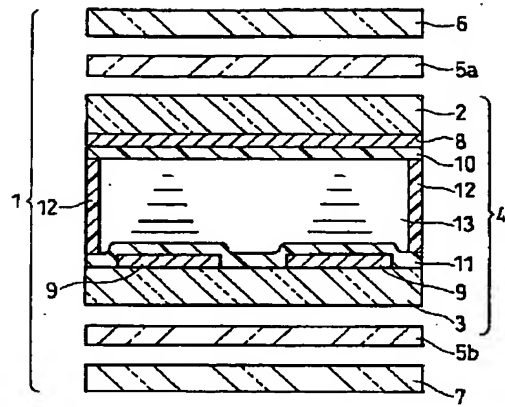
【図1】



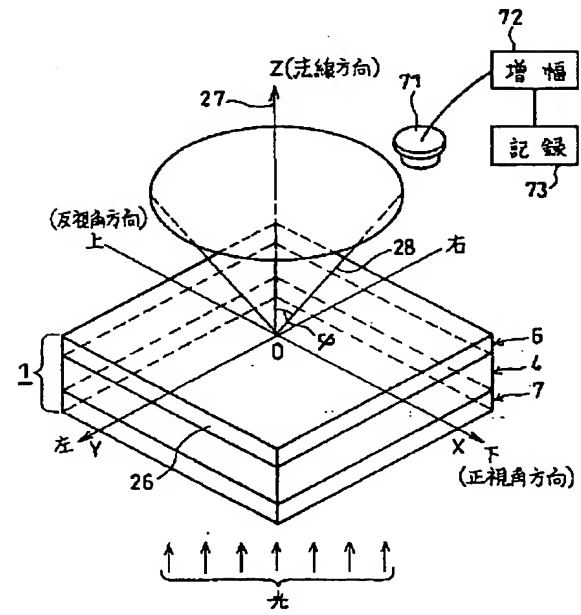
【図3】



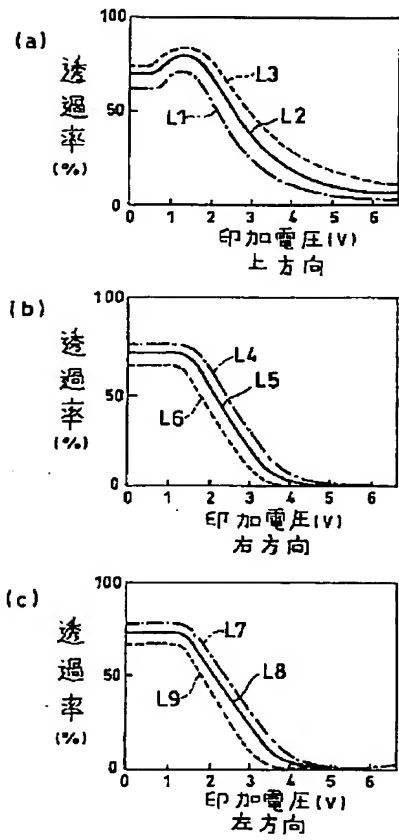
【図2】



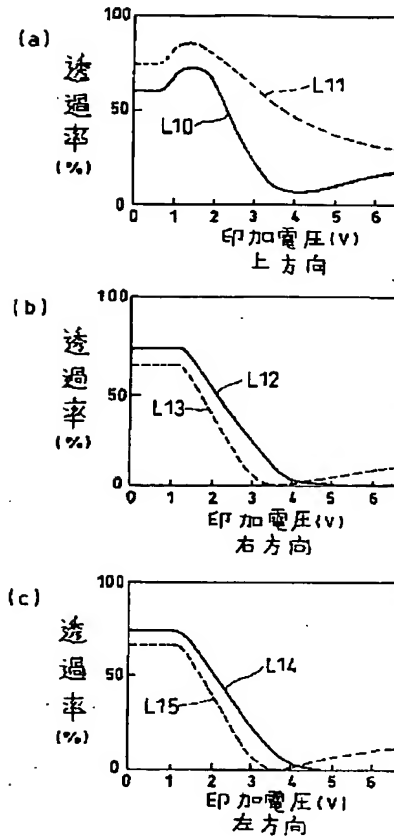
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

